

PERIKANAN DAN TERUMBU KARANG YANG RUSAK: BAGAIMANA MENGELOLANYA?

Chair Rani¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin,
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar-90245
Tel: 0411-585189; E-mail: erick_icha@yahoo.com

ABSTRAK

Terumbu karang telah mengalami degradasi yang serius oleh berbagai aktivitas manusia. Di sisi lain, nelayan pesisir sangat bergantung pada perikanan terumbu karang. Terumbu karang memberikan beberapa fungsi ekologi terhadap biota laut (ikan dan invertebrata), yaitu sebagai daerah pemijahan, daerah pembesaran, dan daerah mencari makan. Terumbu karang yang sehat dengan struktur bio-fisik yang kompleks akan menyediakan makanan yang maksimal terhadap pelbagai organisme, menyediakan mikrohabitat yang baik untuk berlangsungnya proses-proses reproduksi dan perlekatan larva, dan memberi perlindungan fisik dari predator (khususnya untuk larva). Kerusakan terumbu karang akan memberikan pengaruh tidak hanya berupa penurunan keragaman hayati tetapi juga berdampak sosial-ekonomi bagi masyarakat pesisir (nelayan). Oleh karena itu, diperlukan kegiatan-kegiatan yang terkait dengan usaha-usaha agar dapat membatasi kerusakan tersebut (regulasi), dan melindungi atau melakukan restorasi terhadap terumbu karang yang rusak.

Kata kunci: Perikanan, kerusakan, terumbu karang, pengelolaan

FISHERIES AND THE DAMAGED CORAL REEFS: HOW TO MANAGE?

ABSTRACT

The world coral reef ecosystems had been degraded seriously by human activities. On the other hand, the coastal fishermen were greatly depending on coral reef fisheries. Coral reef provides some ecological functions to marine organisms (finfish and invertebrate), such as spawning ground, nursery ground, and feeding ground. The healthy coral reefs with complex bio-physical structures will provide maximum food supplies for some organisms, good microhabitat for reproduction processes and settlement of larvae, and protection from predator (specifically for larvae). Degradation of coral reef will reduce both the waters biodiversity and the socio-economic conditions of coastal people (fishermen).

Therefore, precautionary actions is required for its management by regulating and protecting or restoring the damaged coral reef .

Keywords: Fisheries, degradation, coral reefs, management

PENDAHULUAN

Terumbu karang memiliki penyebaran yang luas dengan kekayaan sumberdaya hayati yang mengagumkan dan sangat menunjang kehidupan manusia. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ekosistem tersebut memiliki produktivitas dan keragaman hayati (*biodiversity*) yang tinggi baik jenis ikan maupun non-ikan (invertebrata). Dalam ekosistem ini juga hampir seluruh filum yang hidup di laut terwakili dengan bentuk kehidupan dan interaksi organisme yang beragam dan kompleks.

Para peneliti dan pengelola terumbu karang dalam beberapa tahun ini sangat prihatin dengan menurunnya kondisi terumbu karang dunia. Diperkirakan sekitar 50 - 70% terumbu karang secara potensial terancam oleh aktivitas manusia (Goreau, 1992; Sebens, 1994).

Berdasarkan analisis terhadap ancaman-ancaman yang potensial bagi terumbu karang akibat aktivitas manusia (seperti pembangunan daerah pesisir, eksploitasi berlebihan, praktik perikanan yang merusak, erosi, dan pencemaran), diperkirakan sekitar 27% dari terumbu karang dunia berada pada tingkat risiko tinggi dan 31% lainnya berada dalam risiko sedang (Bryant, *et al.*, 1989). Ancaman-ancaman ini sebagian besar merupakan hasil dari peningkatan penggunaan sumber-sumber pesisir akibat populasi masyarakat pesisir yang berkembang secara cepat dan kurangnya perencanaan dan pengelolaan yang tepat.

Di sisi lain, aktivitas penangkapan yang intensif di terumbu karang juga memberi pengaruh terhadap populasi ikan dan ekosistemnya. Pengaruh tersebut nyata karena penangkapan akan mudah mengubah komposisi dan ukuran hasil tangkapan perikanan dan selanjutnya mengubah proses-proses yang terjadi dalam ekosistem terumbu karang. Secara teori, pengetahuan tentang pengaruh penangkapan dapat menolong para pengelola perikanan untuk memprediksi respons perikanan terhadap penangkapan dan menyeleksi suatu strategi pengelolaan yang dapat memelihara tipe hasil tangkapan dan kuantitas yang menguntungkan (Jennings & Lock, 1996).

Mengingat besarnya ancaman terhadap terumbu karang dan ketergantungan masyarakat pesisir terhadap sumberdaya perikanan terumbu karang maka ulasan akan dititik beratkan dari sisi keterkaitan antara perikanan dan kerusakan terumbu karang, serta tindakan pengelolaan bagi terumbu karang yang sudah rusak.

PRODUKTIVITAS PERIKANAN TERUMBU KARANG

Tingginya produktivitas primer di perairan terumbu karang memungkinkan perairan ini sering menjadi tempat pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*), dan mencari makan (*feeding ground*) bagi pelbagai jenis ikan dan invertebrata. Kondisi ini menyebabkan tingginya produktivitas sekunder dan produktivitas perikanan, seperti jenis-jenis ikan, udang (*lobster*), oktopus, cumi-cumi, kekerangan.

Ekspor ikan karang yang berasal dari perairan Indonesia pada tahun 1997 menghasilkan lebih dari US\$ 97 juta atau sekitar 6% dari total hasil ekspor ikan di Indonesia (Salm, 1984). Estimasi hasil tangkapan lestari ikan-ikan karang Indonesia pada tahun tersebut diperkirakan 93.000 ton/tahun dan telah melampaui potensi lestari (76 ton/tahun) dengan tingkat pengusahaan sebesar 122% (Ditjen Perikanan Indonesia, 1998). Dengan mempertimbangkan luasan karang sebesar 85.700 km² (Tomascik, *et al.*, 1997) maka produksi sumberdaya ikan karang di Indonesia sekitar 1,09 ton/km²/tahun. Sebagai perbandingan, produksi perikanan karang di Laut Hindia bagian barat tercatat sekitar 1,37 ton/km²/tahun. Sedangkan yang tertangkap di pantai timur Pulau Mahe, Seychelles mencapai 5,6 ton/km²/tahun. Hasil tangkapan yang melampaui 20 ton/km²/tahun telah dilaporkan dari daerah rata-rata terumbu karang dan padang lamun yang secara intensif dieksploitasi untuk penangkapan hewan-hewan invertebrata dan ikan-ikan terumbu. Tangkapan lestari pada rata-rata terumbu yang dangkal melebihi 10 ton/km²/tahun (berada di bawah keadaan lebih tangkap yang serius), dan jika paparan di bawah punggung terumbu (*reef crest*) secara terpisah dipertimbangkan, maka umumnya pemanenan berkisar 1 – 3 ton/km²/tahun, tetapi menurun dengan bertambahnya kedalaman (Munro, 1996). Tangkapan lestari yang tertinggi sebesar 44 ton/km²/tahun di laporkan dari Samoa, Amerika (Wass, 1982).

Suatu dampak dari adanya perdagangan ikan hidup yang harganya jauh lebih mahal dibandingkan dengan harga dalam keadaan mati, telah merangsang para nelayan untuk melakukan penangkapan dengan teknik yang cenderung merusak terumbu karang, misalnya dengan melakukan pembusukan dan penggunaan bubu sebagai salah satu penyebab kerusakan terumbu karang di Taka Bonerate, Sulawesi Selatan.

Selain ikan karang, penyu juga banyak dijumpai di terumbu karang dan ditangkap oleh nelayan setelah melepaskan telur-telurnya atau seringkali dibunuh, baik untuk diambil dagingnya ataupun cangkangnya sebagai hiasan. Walaupun aktivitas ini di beberapa daerah bersifat ilegal, menurut Salm (1984) sekitar 106 ton daging penyu hijau dari Karibia dikirim ke Bremen pada tahun 1981, jumlah tersebut setara dengan daging 7.000 ekor penyu dengan berat rata-rata 50 kg. Selain itu dilaporkan pula bahwa sekitar 32.000 – 105.000 ekor penyu mati setiap tahunnya terjual dan diekspor untuk hiasan dari tiga negara Asia Tenggara.

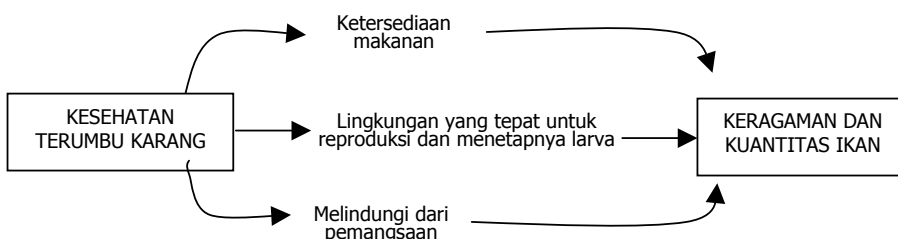
Udang barong (*spiny lobster*) juga termasuk potensi sumberdaya alam hayati perairan karang yang banyak dieksploitasi, karena harga jualnya yang cukup tinggi. Penangkapan yang intensif telah menyebabkan populasinya semakin langka di alam. Sebagai contoh, di Papua Nugini, hasil tangkapan udang barong menurun dari 290 ton pada tahun 1976 menjadi 100 ton pada tahun 1981. Demikian pula di perairan karang Kepulauan Karimun Jawa, Jepara, saat ini sudah semakin sulit ditangkap terutama yang berukuran besar, jika dibandingkan dengan sekitar tahun-tahun 1980-an (Supriharyono, dkk., 1999).

Produk perikanan lainnya yang sudah semakin menurun populasinya ialah kima (*Tridacna* spp). Selain dagingnya, cangkang kerang ini biasanya dimanfaatkan untuk bahan baku tegel teraso sehingga pengambilan kerang ini juga sangat intensif di perairan-perairan karang di seluruh dunia. Penangkapan hewan ini tidak sesulit dengan penangkapan hewan-hewan lainnya, karena sifat hidupnya yang menetap (*sessil*) sehingga mudah dieksploitasi (Supriharyono, 2000).

KERUSAKAN TERUMBU KARANG DAN KAITANNYA DENGAN PERIKANAN

Terumbu karang sangat menunjang perikanan pantai, termasuk ikan dan invertebrata. Pemanfaatan oleh manusia dapat timbul dalam skala komersial besar atau dalam skala *artisanal* kecil. Tujuan utama dari perikanan yaitu mengumpulkan makanan, sementara tujuan perikanan lainnya dapat berkaitan dengan pengumpulan barang-barang cinderamata dan hiasan akuarium. Semua bidang usaha ini dapat dipengaruhi oleh kerusakan karang. Sementara itu, kebanyakan penelitian perikanan saat ini masih terfokus pada ikan yang dapat dimakan, kita sedikit saja menggunakan teori mutakhir untuk mengurangi dampak potensial dari degradasi terumbu karang pada perikanan terumbu karang secara garis besar. Berdasarkan teori-teori dasar perikanan, telah diterapkan beberapa prinsip dasar dalam tindakan pengelolaan untuk mencegah semakin rusaknya terumbu karang (Westmacott, *et al.*, 2000).

Dampak kerusakan karang (seperti pemutihan) bagi perikanan dapat mengikuti teori umum interaksi antara habitat ikan dengan terumbu karang (Pet-Soede, 2000) (Gambar 1). Beberapa faktor yang memberi sumbangan terhadap komposisi komunitas ikan di terumbu karang, semuanya berhubungan dengan struktur fisik dan kompleksitas terumbu karang itu sendiri.



Gambar 1. Mata rantai antara terumbu yang sehat dengan keanekaragaman dan kelimpahan ikan (Pet-Soede, 2000).

Pertama-tama, kompetisi makanan merupakan faktor penting dalam menentukan keragaman dan kelimpahan ikan. Pada terumbu karang sehat, kuantitas makanan yang cukup tinggi, berdampak positif dan langsung terhadap keragaman dan kelimpahan ikan (Robertson & Gaines, 1986). Pada terumbu karang yang kurang sehat (banyak karang mati) akan cepat ditumbuhi alga secara besar-besaran, alga tersebut kemudian dimakan oleh herbivora seperti ikan kakak tua (*parrot fish*) dan ikan butana (*surgeon fish*) dan akhirnya populasi dari jenis ini akan meningkat. Aktivitas makan yang tinggi dari jenis ikan ini dapat merusak struktur terumbu, yaitu terjadinya erosi kerangka karang, akan tetapi di sisi lain mereka juga membatasi pertumbuhan alga. Meningkatnya populasi ikan bernilai komersial ini juga memberikan keuntungan ekonomis (Westmacott, *et al.*, 2000).

Kedua, terumbu karang menyediakan lingkungan yang tepat untuk kegiatan reproduksi dan penempatan larva ikan dan ini akan turut menentukan struktur komunitas ikan dewasa nantinya (Medley, *et al.*, 1983; Lewis, 1987). Terumbu karang yang memiliki struktur yang kompleks dan sehat akan memaksimalkan jumlah keragaman dan kuantitas ruang guna kesuksesan reproduksi.

Ketiga, terumbu karang menyediakan naungan dan perlindungan diri dari predator, khususnya bagi ikan kecil dan ini mempengaruhi pola kelangsungan hidup dan kelimpahan saat dewasa (Eggleston, 1995). Secara garis besar, terumbu karang sehat berdampak positif bagi ketiga faktor tersebut (makanan, reproduksi, dan naungan) dan pengaruhnya ialah terjadinya peningkatan kelimpahan dan keragaman ikan.

Peristiwa pemutihan karang karena peristiwa El Niño atau kasus pencemaran, tidak berdampak cepat terhadap hasil tangkapan ikan, karena secara umum komunitas ikan bereaksi lambat terhadap perubahan lingkungan dan sebagian karena beberapa perikanan bergantung pada rangkaian tunggal terumbu karang. Kematian karang akhirnya akan mempengaruhi suatu perikanan seiring dengan terdegradasinya struktur terumbu karang. Kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi menurut Pet-Soede (2000), yaitu:

Perikanan dan Terumbu Karang yang Rusak: Bagaimana Mengelolanya?
(Chair Rani)

- a. Jika tidak terdapat karang mati, walaupun pemutihan karang telah terlokalisasi atau ekstensif, sangat kecil kemungkinan terjadi perubahan pada perikanan, baik pada komposisi penangkapan atau laju tangkapan;
- b. Jika pemutihan telah terlokalisasi dengan tingkat kematian yang rendah, perubahan lokal mungkin terjadi pada struktur komunitas ikan terumbu karang, khususnya jika jenis karang tertentu telah terpengaruh. Menurunnya keragaman karang dan kompleksitas habitat dapat mempengaruhi komposisi dan laju tangkapan lokal;
- c. Jika pemutihan karang berlangsung secara ekstensif dan kematian secara massal terjadi, dapat terjadi perubahan penting dalam perikanan. Perubahan dalam jangka panjang berkaitan dengan hilangnya kompleksitas dan keragaman habitat melalui erosi karang mati. Jenis pemakan karang, seperti ikan kepe-kepe (*butterfly fish*), dan yang khusus memanfaatkan karang sebagai naungannya, seperti beberapa ikan damsel (*damsel fish*) dapat dipastikan sebagai kelompok ikan pertama yang akan menurun populasinya. Akan tetapi, beberapa laporan menyatakan bahwa perubahan yang pertama kali terjadi mungkin pada kuantitas ikan pemakan alga seperti ikan kepe-kepe dan ikan butana, sebagai hasil pertumbuhan alga yang berlebihan pada karang-karang yang mati;
- d. Dampak tambahan potensial, walau belum dapat dipastikan, ialah pemutihan karang (*coral bleaching*) dapat menyebabkan keracunan *Ciguatera*. Racun *Ciguatera* diproduksi oleh alga mikroskopis bersel tunggal (dinoflagellata) yang tumbuh sangat subur pada permukaan karang mati yang luas. Saat ikan memakan alga, racun terkumpul dalam tubuh mereka dan menyebabkan keracunan pada manusia. Fenomena ini mungkin disebabkan oleh peningkatan pertumbuhan alga yang berlebihan pada terumbu karang yang terdegradasi (Quod, *et al.*, 2000);

Perubahan terumbu karang karena kematian karang dapat mempengaruhi hasil perikanan, jenis perikanan dan distribusi ruang usaha perikanan, melalui:

- Penurunan kemaksimalan hasil melalui reduksi makanan, lingkungan yang cocok bagi proses reproduksi ikan dan tempat perlindungan. Konsekuensinya dapat bervariasi menurut jenis perikanan;
- Dalam perikanan yang bergantung sepenuhnya pada ikan terumbu karang, tingkat tangkapan mungkin berkurang dan komposisi hasil tangkapan dapat berubah menjadi jenis-jenis ikan herbivor. Ikan-ikan ini umumnya bernilai jual lebih rendah, sehingga pendapatan nelayan berkurang. Komunitas nelayan dengan sedikit pilihan sumber pendapatan akan mengalami kesulitan;
- Perikanan yang menargetkan ikan besar perenang bebas dan mencari makanannya di dekat terumbu karang akan mengalami penurunan tangkapan jika jenis tersebut bermigrasi ke daerah yang lebih baik untuk mencari mangsanya;

- Perikanan dengan target jenis ikan kecil perenang bebas dan menempati daerah terumbu karang atau laguna pada kurun waktu tertentu dalam hidupnya, mungkin akan mengalami penurunan tangkapan saat terumbu karang menghilang;
 - Perikanan multi-jenis dan multi-alat, yang umum di Samudera Hindia dan daerah terumbu karang lainnya, mungkin cukup fleksibel dalam beradaptasi terhadap perubahan ketersediaan ikan dan sumber mata pencaharian nelayan daerah tersebut. Lamanya waktu yang diperlukan dalam mempengaruhi ketersediaan perikanan akan memberi waktu pada nelayan untuk melakukan adaptasi.
- e. Perubahan struktur terumbu karang mendorong penggunaan metode penangkapan ikan yang merusak, seperti *trawling*, yang sebelumnya tidak bisa digunakan karena rusaknya peralatan oleh karang; dan
- f. Perubahan karakteristik ruang dari habitat terumbu karang dapat mengakibatkan nelayan memindahkan usaha perikanan ke daerah lain untuk beberapa jenis ikan target.

TINDAKAN-TINDAKAN PENGELOLAAN

Regulasi

Pengelolaan perikanan yang berkelanjutan adalah suatu tantangan dengan banyaknya orang yang terlibat, dan banyak di antaranya tidak memiliki sumber pendapatan atau protein alternatif. Banyak komunitas lokal memiliki sedikit pilihan mata pencaharian dan kecil kemungkinan untuk beradaptasi dengan kondisi baru. Peningkatan pengertian dan kerjasama dalam komunitas setempat sangat penting. Menurut Westmacott, *et al.* (2000), langkah-langkah pencegahan yang dapat diambil dengan memberikan perhatian khusus bagi tindakan-tindakan sebagai berikut :

- a. Menentukan daerah tidak boleh menangkap ikan (daerah bebas penangkapan) dan pembatasan alat penangkapan untuk melindungi tempat berkembang biak dan menyediakan tempat berlindung bagi ikan;
- b. Menentukan ukuran ikan yang boleh ditangkap bagi:
- ikan pemakan alga, seperti ikan kakak tua dan ikan butana yang berperan penting dalam mempertahankan substrat yang tepat bagi penempelan larva karang;
 - ikan pemakan karang, seperti ikan kepe-kepe dan ikan damsel yang ditangkap untuk perdagangan ikan akuarium, mungkin berkurang populasinya karena habitat dan sumber makanannya menurun.
- c. Penghentian sementara penangkapan beberapa jenis ikan terumbu karang sampai pulihnya terumbu karang tersebut;
- d. Memberlakukan peraturan yang melarang praktik penangkapan ikan yang merusak, seperti penggunaan dinamit, jaring insang (*gill net*), pukat cincin

Perikanan dan Terumbu Karang yang Rusak: Bagaimana Mengelolanya?
(Chair Rani)

- (*purse seine*), sianida dan racun lainnya yang dapat merusak terumbu karang;
- e. Memantau komposisi dan ukuran penangkapan untuk mengevaluasi kesuksesan strategi pengelolaan dan mengimplementasikan strategi baru jika diperlukan;
 - f. Mengembangkan mata pencaharian alternatif bagi komunitas nelayan bila diperlukan;
 - g. Membatasi masuknya nelayan baru ke daerah penangkapan ikan dengan sistem pemberian izin;
 - h. Mengatur pengambilan biota-biota terumbu karang untuk akuarium dan cinderamata. Peraturan yang mengatur kegiatan-kegiatan ini terdapat di beberapa negara dan harus digalakkan. CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) dapat membantu mengontrol perdagangan internasional dengan memberikan izin ekspor seluruh karang batu dan beberapa kerang (seperti kima raksasa). Negara-negara anggota CITES harus melaksanakan kewajiban mereka.

Alterasi Habitat

Selain tindakan-tindakan yang bersifat konvensional di atas juga dapat pula dilakukan pelbagai tindakan lain untuk memperbaiki produktivitas perikanan melalui manipulasi habitat. Hal ini bisa dilakukan dengan cara penggunaan habitat buatan seperti penempatan terumbu buatan atau dengan perbaikan habitat yang rusak oleh manusia atau alam.

a. Terumbu Buatan (*Artificial Reef*)

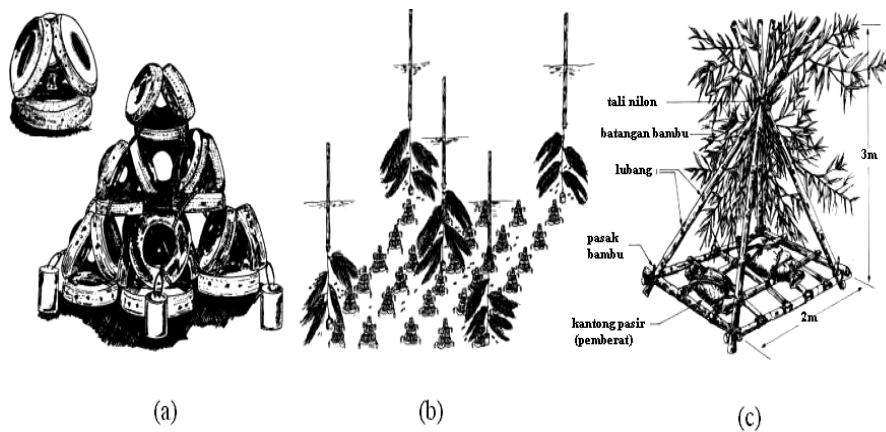
Terumbu buatan adalah struktur yang berfungsi sebagai tempat perlindungan dan habitat, sumber makanan, daerah pemijahan, dan perlindungan garis pantai (White, *et al.*, 1990). Terumbu buatan dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran dengan material yang berbeda (Grove, *et al.*, 1991). Beberapa contoh material dan bentuk terumbu buatan disajikan pada Gambar 2.

Terumbu buatan secara normal ditempatkan pada daerah yang produktivitasnya rendah atau habitat yang telah mengalami degradasi dan berhasil menjadi habitat untuk ikan dan organisme dasar seperti *lobster*, teripang, tiram, *abalone*, lola, dan rumput laut. Fungsi utama terumbu buatan ialah:

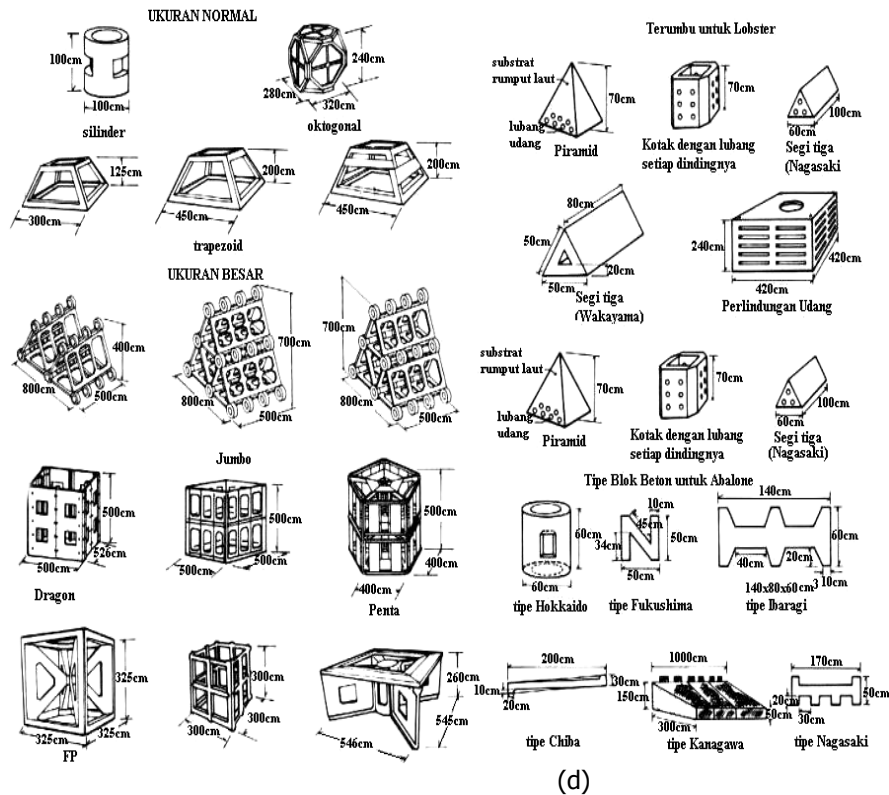
- mengkonsentrasikan organisme untuk penangkapan yang lebih efisien;
- melindungi organisme kecil/juvenil dan daerah pengasuhan dari pengrusakan alat tangkap;
- meningkatkan produktivitas alami dengan memberikan habitat baru bagi organisme penempel untuk melekat permanen dan diikuti oleh terbentuknya suatu asosiasi rantai makanan (*food chain*); dan
- menciptakan habitat dan meniru terumbu-terumbu alami untuk menarik spesies target.

Terumbu-terumbu buatan meningkatkan sistem-sistem alami. Peningkatan terjadi melalui penambahan ruang dan daerah permukaan yang diciptakan dengan struktur dalam kolom air. Penambahan ruang di daerah permukaan memberikan suatu kesempatan tumbuh-tumbuhan dan hewan-hewan laut untuk melekat dan mencari tempat perlindungan, atau dalam kata lain ialah untuk meningkatkan jumlah habitat yang tersedia untuk kehidupan laut.

Meskipun terumbu buatan memiliki beragam maksud peruntukan, tetapi umumnya digunakan dalam perikanan dan untuk perbaikan habitat, atau meringankan kerusakan (Seaman & Sprague, 1991). Beberapa di antaranya telah digunakan untuk melindungi secara pasif daerah-daerah habitat yang kritis dari pengoperasian ilegal *trawl* di Spanyol (Ramos-Espla & Bayle-Sempere, 1990) dan di Teluk Thailand (Polovina, 1991). Tabel 1 memperlihatkan perbandingan sediaan yang bisa dipanen (*standing crop*) dan keragaman ikan sebelum dan sesudah penempatan terumbu buatan di Hawaii. Data memperlihatkan suatu peningkatan jumlah spesies dan kelimpahan setiap spesies (Brock & Buckley, 1984).



Perikan an dan Terumbu Karang yang Rusak: Bagaimana Mengelolanya?
(Chair Rani)



Gambar 2. Beberapa material dan bentuk terumbu buatan: (a) bentuk piramid dari ban bekas; (b) bentuk *payao* dari bambu; (c) bentuk piramid dari bambu; dan (d) berbagai bentuk dari bahan beton.

Tabel 1. Rerata jumlah spesies dan *standing crop* ikan pada berbagai lokasi di Hawaii sebelum dan sesudah penempatan material terumbu buatan (Brock & Buckley, 1984)

Lokasi penempatan terumbu buatan	sebelum penempatan		sesudah penempatan	
	Jumlah spesies	<i>Standing crop</i> (kg/ha)	Jumlah spesies	<i>Standing crop</i> (kg/ha)
Teluk Maunaloa, Oahu	20	7	43	254
Waianae, Oahu	32	19	41	137
Kualoa, Oahu	24	17	tidak diamati	tidak diamati
Kaewakapu, Maui	6	0,6	25	41

Beberapa hasil studi juga menunjukkan bahwa total produksi meningkat untuk organisme-organisme tertentu, seperti oktopus (Polovina & Sakai, 1989), dan juvenil *spiny lobster*, *Panulirus argus* (Eggleston, *et al.*, 1990).

Kemampuan habitat buatan untuk meningkatkan produksi bergantung pada ekologi dari spesies target, desain terumbu, dan lokasi penempatan. Polovina (1991) mencatat bahwa terumbu buatan dapat meningkatkan biomas yang dapat dieksploitasi melalui peningkatan total biomas (sepanjang *overfishing* rekrutmen tidak terjadi). Jika *overfishing* rekrutmen terjadi, maka terumbu buatan dapat menjadi masalah buruk melalui pengelompokan ikan-ikan yang tersisa, sehingga lebih riskan untuk ditangkap.

b. Restorasi Habitat.

Usaha-usaha juga harus dibuat untuk menciptakan, memperbaiki, merehabilitasi atau mengurangi kerusakan habitat-habitat alami yang hilang. Aktivitas tersebut telah dipraktikkan secara luas. Restorasi digunakan terutama untuk memperbaiki atau mengganti kembali habitat-habitat yang telah rusak oleh aktivitas manusia atau peristiwa alam seperti badai. Habitat tropik penting yang dapat direstorasi, meliputi mangrove, padang lamun, terumbu karang, dan rawa pasang surut yang kesemuanya merupakan produser primer utama dan habitat kritis untuk banyak spesies pantai yang penting (Bohnsack, 1989). Khusus untuk restorasi terumbu karang, teknik yang biasa digunakan ialah dengan teknik transplantasi karang, seperti yang dilakukan di Kepulauan Maldiva pada kedalaman 0,8 – 1,5 m pada daerah yang mengalami kerusakan akibat penambangan (Clark & Edwards, 1995) dan di Pulau Lizard, *Great Barrier Reef* bagian utara (Kaly, 1995). Thayer (1992) menekankan bahwa restorasi tersebut harus menghubungkan sifat-sifat fungsional habitat pada tingkat habitat alami. Keberhasilan harus dapat diukur dalam pengertian fungsi, bukan hanya luasan daerah yang direstorasi.

Woodley & Clark (1989) telah mencoba restorasi terumbu karang dan menyimpulkan bahwa pada beberapa percontohan mereka sukses merehabilitasi terumbu karang. Namun demikian, efisiensi biaya belum dapat diperoleh jika diaplikasikan pada daerah yang luas. Rehabilitasi terumbu karang mungkin dapat dicobakan hanya di daerah yang secara khusus bernilai tinggi seperti taman laut atau kawasan-kawasan konservasi laut.

Restorasi habitat, meskipun kurang didukung data, betul-betul dipertimbangkan sebagai salah satu pendekatan penting untuk perbaikan produktivitas perikanan dalam jangka panjang. Penilaian ini berdasarkan realisasi pada hilangnya habitat secara besar-besaran yang telah terjadi di banyak daerah di dunia. Pada 48 negara bagian AS, sebagai contoh, sekitar 54% dari 915.000 km² lahan basah telah hilang pada pertengahan tahun 1970-an. Penelitian utama pada daerah yang telah direstorasi harus membuktikan hipotesis bahwa restorasi habitat mendukung populasi dan memberikan fungsi ekologi serta dapat dibandingkan dengan habitat-habitat alami (Fox, 1992).

KESIMPULAN

Terumbu karang sangat berarti secara ekonomi pada perikanan daerah tropis. Dengan kekayaan sumberdaya perikananannya, baik dalam skala kualitas maupun kuantitas, telah menyebabkan ekosistem ini mengalami degradasi yang cukup serius pada hampir seluruh kawasan di dunia yang memiliki terumbu karang. Tekanan atau degradasi sumberdaya terumbu karang sebagian besar berasal dari aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tak langsung. Suatu pengaruh langsung dari aktivitas manusia yang cukup parah berasal dari eksploitasi hasil-hasil perikanan dengan menggunakan metode-metode yang sangat merusak, seperti penggunaan dinamit, racun atau dengan *trawling*. Sedangkan aktivitas manusia secara tidak langsung seperti peningkatan pembangunan di wilayah pesisir secara tidak terkendali, aktivitas pertanian, dan polusi perairan. Kerusakan pada sistem-sistem terumbu karang tentunya akan berdampak besar terhadap sumberdaya perikanan terumbu karang dalam jangka waktu yang lama, karena hilangnya sumber makanan, tempat berlindung dan tempat memijah.

Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk melindungi terumbu karang dan memulihkan produktivitas perikanan terumbu, yaitu regulasi penangkapan seperti pengalihan ke praktik penangkapan yang tidak merusak, penutupan area terumbu karang untuk sementara dari penangkapan sampai pulihnya kembali terumbu karang, pengaturan dalam pemberian izin penangkapan, dan pembatasan pengambilan organisme terumbu karang untuk akuarium dan hiasan (cinderamata). Bagi terumbu karang yang telah rusak bisa dilakukan restorasi habitat dengan transplantasi karang dan terumbu buatan, dan yang populer dalam perlindungan ekosistem dan sumberdaya hayati ialah dengan pendirian daerah reservasi (konservasi) secara permanen.

Kawasan konservasi (reservasi) mungkin bertambah penting untuk pengelolaan perikanan tropis terutama di daerah-daerah pantai. Idealnya reservasi seharusnya diadakan sebelum stok runtuh dan harus dikombinasikan dengan tindakan-tindakan pengelolaan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohnsack, JA. 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preferences? *Bull Mar Sci* 44: 631-645.
- Brock, RE, and RM Buckley. 1984. A proposed fisheries enhancement program based on artificial reef for nearshore Hawaiian waters. *Sea Grant Univ Hawaii* 6: 8.
- Bryant, D, L Burke, J McManus, and M Spalding. 1998. *Reefs at Risk: A Map-based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs*. World Resources Institute, Washington.

- Clark, S, and AJ Edwards. 1995. Coral transplantation as an aid to reef rehabilitation: Evaluation of case study in the Maldiv Islands. *Coral Reefs* 4: 201-213.
- Ditjen Perikanan Indonesia. 1998. Potensi dan Penyebaran Sumber Daya Ikan Laut di Perairan Indonesia. Proyek Pengembangan dan Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Eggleston, DB, RN Lipcius, DL Miller, and L Coba-Cetina. 1990. Shelter scaling regulates survival of juvenile Caribbean spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar Ecol Progr Ser* 63: 79-88.
- Eggleston, DB. 1995. Recruitment in Nassau grouper *Epinephalus striatus*: post-settlement abundance, microhabitat feature, and ontogenetic habitat shifts. *Mar Ecol Prog Ser* 124 : 9-22.
- Fox, WW. 1992. Stemming the tide: Challenges for conserving the nation's coastal fish habitats. Pp. 9-13. *In* Stemming the Tide of Coastal Fish Habitat Loss. National Coalition for Marine Conservation, Savannah, GA.
- Goreau, TJ. 1992. Bleaching and reef community change in Jamaica:1951-1991. *Amer Zool* 32:683-695.
- Grove, RS, CJ Sonu, and M Nakamura. 1991. Fisheries applications and biological impacts of artificial reefs. Pp. 109-152. *In* Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries (W Seaman, and LM Sprague, eds). Academic Press, San Diego.
- Jenning, S, and JM Lock. 1996. Population and ecosystem effects of reef fishing. Pp. 193-218. *In* Reef Fisheries (NVC Polunin, and CM Roberts, eds.). Chapman & Hall, London.
- Kaly, UL. 1993. Experimental test of the effects of methods of attachment and handling on the rapid transplantation of corals. Technical Report-CRC. James Cook University, Townsville.
- Lewis, JB. 1987. Measurements of groundwater seepage flux onto a coral reef: spatial and temporal variations. *Limnol Oceanogr* 32: 1165-1169.
- Medley, PA, G Gaudian, and S Wells. 1983. Coral reef fisheries stock assessment. *Rev Fish Biol Fish* 3: 242-285.
- Munro, JL. 1996. The scope of tropical reef fisheries and their management. Pp. 1-14. *In* Reef Fisheries (NVC Polunin, and CM Roberts, eds.). Chapman & Hall, London.
- Pet-Soede, L. 2000. The effects of coral bleaching on fisheries in the Indian Ocean. Pp. 145-178. *In* Socioeconomic Assessment of the Impacts of the 1998 Coral Reef Bleaching in the Indian Ocean (S Westmacott, H Cesar, and

- L. Pet-Soede, eds.). Resources Analysis and Institute for Environmental Science (IVM). Report to the World Bank, African Environmental Division for the CORDIO Programme.
- Polovina, JJ, and I Sakai. 1989. Impacts of artificial reefs on fishery production in Shimamaki, Japan. *Bull Mar Sci* 44:997-1003
- Polovina, JJ. 1991. Fisheries applications and biological impacts of artificial reefs. Pp. 153-176. *In* Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries (W Seaman, and LM Spraque, eds.). Academic Press, San Diego.
- Quod, JP, J Turquet, S Conejero, and S Ralijaona. 2000. Ciguatera risk assessment in the Indian Ocean following the 1998 coral bleaching event. Pp. 102-135. *In* Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000 (D Souter, D Obura, and O Linden, eds.). CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden CORDIO Programme.
- Ramos-Espla, AA, and J Bayle-Sempere. 1990. Management of living resources in the marine reserve of Tabarca Island (Alicante, Spain). *Bull Société Zool de France* 114:41-48.
- Robertson, DR, and SD Gaines. 1986. Interference competition structures habitat use in a local assemblage of coral reef surgeonfishes. *Ecology* 67: 1372-1383.
- Salm, RV. 1984. Man's use of coral reef reefs. Pp. 15-22. *In* Coral Reef Management handbook (RA Kenchington, and BET Hudson, eds.). UNESCO-ROSTREA, Jakarta.
- Seaman, W, and LM Spraque. 1991. Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries. Academic Press, San Diego. 285 p.
- Sebens, KP. 1994. Biodiversity of coral reefs: What are we losing and why? *Amer Zool* 34: 115-133.
- Supriharyono, Ruswahyuni, I Triarso, Frida, Pujiono, dan A Setiarto. 1999. Pengembangan kebijakan pengelolaan terumbu karang untuk kegiatan pariwisata bahari berkelanjutan. Kerjasama antara Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Dipenogoro dengan Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup-BAPPEDAL, Jakarta.
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Djambatan, Jakarta.
- Thayer, GW. 1992. The science of restoration: status and directions. Pp.1-5. *In* Restoring the Nation's Marine Environment (GW Thayer, ed.). Maryland Sea Grant, College Park, Maryland.

- Tomascik, T, AJ Mah, A Nontji, and MK Moosa. 1997. The Ecology of the Indonesian Seas (Part 1 & 2), Vol. 7. Periplus Edition (HK) Ltd., Singapore.
- Wass, RC. 1982. The Shoreline fishery of American Samoa: past and present. Pp. 51-83. *In* Marine and Coastal Processes in the Pacific (JL Munro, ed.). UNESCO-ROSTSEA, Jakarta.
- Westmacott, S, K Teleki, S Wells, and J West. 2000. Management of Bleached and Severely Damaged Coral Reefs, United Kingdom. The World Conservation Union-IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge.
- White, AT, CL Ming, MWRN De Silva, and FY Guarin. 1990. Artificial Reefs for Marine Habitat Enhancement in Southeast Asia. Association of Southeast Asian Nation-United States Coastal Resources Management Project. ICLARM, Philipina.
- Woodley, JD, and JR Clark. 1989. Rehabilitation of degraded coral reefs. Pp. 3059-3079. *In* Coastal Zones '89 (OT Magoon, H Converse, D Miner, LT Tobin, and D Clark, eds.). Am Soc of Coastal Engineers, Charleston.